

**PENGGUNAAN *BUILDING INFORMATION MODELING*
TERHADAP *LIFE CYCLE ASSESMENT* PADA PEKERJAAN
PEMBETONAN STRUKTUR ATAS PROYEK X DI
SEMARANG UNTUK ESTIMASI CO₂ DAN *COSTING***

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Katolik Soegijapranata



Oleh:

**DJOA, JUSTIAN EVAN DJOHAN
JOE HARRY YUWONO**

**NIM: 16.B1.0002
NIM: 16.B1.0012**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
April 2021**

**PENGGUNAAN *BUILDING INFORMATION MODELING*
TERHADAP *LIFE CYCLE ASSESMENT* PADA PEKERJAAN
PEMBETONAN STRUKTUR ATAS PROYEK X DI
SEMARANG UNTUK ESTIMASI CO₂ DAN *COSTING***

Oleh:

**DJOA, JUSTIAN EVAN DJOHAN
JOE HARRY YUWONO**

NIM: 16.B1.0002

NIM: 16.B1.0012

Telah diperiksa dan disetujui:

Tanggal 19.04.2021

Tanggal 13 April 2021



(Dr. Hermawan, ST., MT.)
Dosen Pembimbing I



(Jati Utomo D. H., ST. MM., MSc., PhD.)
Dosen Pembimbing II

Mengetahui, 15 April '2021



Dekan Fakultas Teknik
(Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi, MT.)

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Katolik Soegijapranata No.0047/SK.Rek/X/2013 perihal Pernyataan Keaslian Skripsi, Tugas Akhir dan Tesis, maka yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Djoa, Justian Evan Djohan NIM: 16.B1.0002

Nama : Joe Harry Yuwono NIM : 16.B1.0012

Sebagai penulis tugas akhir yang berjudul:

Penggunaan *Building Information Modeling* Terhadap *Life Cycle Assesment* Pada Pekerjaan Pembetonan Struktur Atas Proyek X Di Semarang Untuk Estimasi Co₂ dan *Costing*

Menyatakan bahwa tugas akhir merupakan karya akademik yang ditulis oleh penulis, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi lain atau diterbitkan oleh orang lain. Secara tertulis, semua rujukan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini ditulis dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa tugas akhir ini terdapat sebagian atau seluruhnya merupakan hasil plagiiasi, maka penulis menyatakan sanggup menerima segala akibatnya sesuai dengan hukuman dan peraturan yang berlaku di Universitas Katolik Soegijapranata, dan atau peraturan serta perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 12 April 2021



Djoa, Justian Evan Djohan
16.B1.0002

Joe Harry Yuwono
16.B1.0012

HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

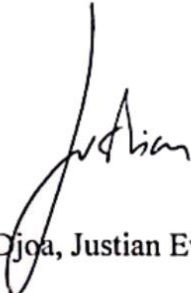
Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Djoa, Justian Evan Djohan
Joe Harry Yuwono
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir


Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah yang berjudul **“Penggunaan *Building Information Modeling Terhadap Life Cycle Assesment Pada Pekerjaan Pembetonan Struktur Atas Proyek X Di Semarang Untuk Estimasi Co₂ dan Costing*”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Katolik Soegijapranata berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya.

Semarang, 12 April 2021
Yang menyatakan



Djoa, Justian Evan Djohan



Joe Harry Yuwono

ABSTRAK

PENGGUNAAN *BUILDING INFORMATION MODELING* TERHADAP *LIFE CYCLE ASSESMENT* PADA PEKERJAAN PEMBETONAN STRUKTUR ATAS PROYEK X DI SEMARANG UNTUK ESTIMASI CO₂ DAN *COSTING*

Oleh:

DJOA, JUSTIAN EVAN DJOHAN
JOE HARRY YUWONO

NIM: 16.B1.0002
NIM: 16.B1.0012

Building Information Modeling (BIM) telah menjadi salah satu produk dari perkembangan teknologi pada sektor konstruksi. *Building information modeling* (BIM) memiliki beberapa kelebihan salah satunya merupakan *design clash detection* yang akan membuat pekerjaan semakin efektif yang akan mengurangi dampak terhadap lingkungan. Masalah lingkungan saat ini yang timbul dari sektor konstruksi memerlukan alat untuk membantu mengurangi konsumsi sumber daya dan dampak lingkungan. Kegiatan konstruksi akan menghasilkan limbah dimana 80% dari limbah yang dihasilkan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui peran BIM dalam estimasi lama waktu pekerjaan, besar emisi CO₂ yang dihasilkan, dan biaya yang ditimbulkan oleh emisi CO₂ pada pemodelan berbasis BIM (menggunakan *clash detection* dan tanpa menggunakan *clash detection*). Studi kasus proyek pembangunan Gedung *Innovative Program Cluster* (IPC) Kampus Universitas Katolik Soegijapranata BSB pada proses pembetonan Lantai 4 (tangga, pelat, dan balok). Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan mendapatkan hasil survei berupa waktu yang dibutuhkan *tower crane*, *concrete pump*, dan *truck mixer* dalam pekerjaan pembetonan menggunakan *stopwatch*. Sesudah data yang dibutuhkan sudah didapat, maka dilakukan pengolahan data menggunakan BIM dengan *software Revit Structure* 2019 untuk mendapatkan volume pekerjaan. Sesudah mendapatkan daur hidup akan dilakukan perkiraan emisi CO₂ menggunakan pendekatan formula matematika. Hasil penelitian ini pemodelan BIM yang menggunakan *clash detection* memiliki hasil volume pekerjaan, waktu pekerjaan, biaya, dan emisi CO₂ yang lebih sedikit dibandingkan dengan pemodelan yang tidak menggunakan *clash detection* pada perencanaannya. Total waktu pekerjaan pengecoran selama 45,91 jam dengan *clash detection* dan 49,43 jam tanpa *clash detection*. Estimasi emisi CO₂ yang dihasilkan dari pemodelan dengan menggunakan *clash detection* sebesar 23.774,425 kg.CO₂ dan estimasi CO₂ dari pemodelan yang tidak menggunakan *clash detection* sebesar 26.391,873 kg.CO₂. Estimasi biaya yang dihasilkan dengan menggunakan *clash detection* sebesar Rp 11.479.719,5 dan estimasi biaya dari pemodelan yang tidak menggunakan *clash detection* sebesar Rp 12.794.635,46.

Kata kunci: BIM, *clash detection*, emisi, dan biaya

PRAKATA

Puji dan syukur penulis haturkan atas kehadiran rahmat Tuhan Yang Maha Esa, karena-Nya sehingga *Draft* Tugas Akhir yang berjudul *Penggunaan Building Information Modeling Terhadap Life Cycle Assesment Pada Pekerjaan Pembetonan Struktur Atas Proyek X Di Semarang Untuk Estimasi CO₂ dan Costing* dapat terselesaikan dengan baik. Penyusunan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi kewajiban mata kuliah Tugas Akhir yang dilaksanakan pada semester 9 dan 10. Selain itu, Tugas Akhir ini diharapkan dapat menambah wawasan mahasiswa mengenai ilmu Teknik Sipil sehingga dapat mengetahui pelaksanaan pada lapangan.

Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata,
2. Daniel Hartanto, ST., MT. selaku Ketua Progam Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata,
3. Dr. Hermawan, ST., MT. selaku dosen pembimbing selama proses penyusunan proposal tugas akhir,
4. Jati Utomo Dwi Hatmoko, ST. MM., MSc., PhD. selaku dosen pembimbing selama proses penyusunan proposal tugas akhir,
5. Semua pihak yang telah banyak membantu penyusunan proposal yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga proposal ini dapat berguna dan menjadi rujukan pada penelitian selanjutnya.

Semarang, 12 April 2021



Penulis

KARTU ASISTENSI



**FAKULTAS TEKNIK
PROGDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA**

**KARTU
ASISTENSI**

016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : 1. Dca. Justian Evan D.
 : 2. Joe Harry Vuwono
MT Kuliah :
Dosen : Dr. Hermawan, ST., MT
Asisten :
Dimulai :
Selesai :

NIM : 1. 16. B1.0002
 : 2. 16. B1.0012
Semester :
Dosen Wali :
Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	18 Sept 2020	Diskusi Judul	[Signature]
2.	21 Sept 2020	Ambar Bab 1	[Signature]
3.	24 Sept 2020	Revisi pembagian scope Asistensi Bab 2	[Signature]
4.	28 Sept 2020	Perbaiki BAB 1 & 2	[Signature]
5.	30 Sept 2020	Asistensi BAB 3	[Signature]
6.	03 Oct 2020	Perbaiki Perambatan	[Signature]
7.	05 Oct 2020	Revisi cara, diagram, dan gambar PM-	[Signature]
8.	08 Oct 2020	Revisi Diagram	[Signature]
9.	12 Nov 2020	Tambah terjemahan pustaka	[Signature]
10.	29 Nov 2020	Lanjutan pemodelan BIM	[Signature]
11.	2 des 2020	Perbaiki Bab 4	[Signature]
12.	20 des 2020	Lanjutan Bab 5	[Signature]
13.	22 des 2020	Perbaiki format	[Signature]
14.	31 des 2020	Perbaiki pembahasan	[Signature]

Semarang.....
Dosen/ Asisten



016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : 1. Dico, Justian Euan D.
 : 2. Joe Harry Yuwono
 MT Kuliah :
 Dosen : Dr. Hermawan, ST, MT.
 Asisten :
 Dimulai :
 Selesai :

NIM : 1. 16. 81. 0002
 : 2. 16. 81. 0012
 Semester :
 Dosen Wali :

Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
15.	6 Jan 2021	Perbaikan Bab 4 dan 5	[Signature]
16.	10 Jan 2021	Perbaikan format	[Signature]
17.	23 Jan 2021	Perbaikan pembahasan	[Signature]
18.	26 Jan 2021	perbaikan grammar / penulisan	[Signature]
19.	29 Jan 2021	longkopi pustaka	[Signature]
20.	3 Feb 2021	Rahukan pengutipan	[Signature]
21.	8 Feb 2021	cek typo dan perbaikan	[Signature]
22.	9 Feb 2021	Longkopi kepustakaan yang belum tercantum dan perbaikan typo.	[Signature]
23.	11 Feb 2021	Longkopi referensi awal!	[Signature]

Semarang,.....
 Dosen/ Asisten

.....

KARTU ASISTENSI



FAKULTAS TEKNIK
PROGDI TEKNIK SIPIL
 UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA

KARTU ASISTENSI

016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama	1. Djoa, Justian Evan. D 2. Joe Harry Y	NIM	1. 16. 81. 0002 2. 16. 81. 0012
MT Kuliah	: Tugas Akhir	Semester	:
Dosen	: Ep. Jati Utomo Dwi Hatmoko, ST, MM, MSc, Ph.D.	Dosen Wali	:
Asisten	:		
Dimulai	: 17. September 2020	Nilai	:
Selesai	:		

NO	TANGGAL	KETEBRANGAN	PARAF
1.	2 oktober 2020	Pertajam scope LCA, BIM, dan cost, dan Judul.	
2.	9 oktober 2020	Proposal diseminarkan.	
3.	12 November 2020	Lanjutkan Bab 4 dan Bab 5.	
4.	14 Januari 2021	Lengkapi gambar gedung Tower Crane dengan notasi pada rumus.	
6.	21 Januari 2021	Cek rumus konsumsi BBM.	
7.	29 Januari 2021	Perbaiki kesimpulan dan saran untuk penelitian berikutnya.	
8.	2 Februari 2021	Perbaiki kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian.	
9.	10 Februari 2021	Draft diseminarkan.	

Semarang,

Dosen/ Asisten

Jati Utomo Dwi Hatmoko, ST, MM, MSc, PhD

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
HALALAMAN PERNYATAAN PBULIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI	iv
ABSTRAK	v
PRAKATA.....	vi
KARTU ASISTENSI.....	vii
KARTU ASISTENSI.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
Bab 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Ruang Lingkup.....	7
1.6. Batasan Masalah	7
1.7. Kerangka Pikir Penelitian	7
Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. <i>Building Information Modeling (BIM)</i>	9
2.1.1 <i>Kelebihan building information modeling</i>	13
2.1.2 <i>Software Revit Strucutres</i>	14
2.2. Pekerjaan Pengecoran Beton Bertulang.....	14
2.3. <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	15
2.4. <i>Life Cycle Costing (LCC)</i>	18
2.5. <i>Life Cycle Costing CO₂ (LCCCO₂) Analysis</i>	20
2.6. Emisi CO ₂	20
2.6.1 Karbon dioksida ekuivalen CO ₂ e.....	22
2.7. Model Formula Matematika Perhitungan Emisi CO ₂	23
2.8. Model Formula Produktivitas	27
Bab 3 METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1. Uraian Umum.....	28
3.2. Tahap I (Ujian Proposal).....	30
3.3. Tahap II (Pengolahan Data, Analisis Data, dan Pembahasan).....	30
3.4. Tahap III (Seminar <i>Draft</i>).....	32
3.5. Tahap IV (Ujian Tugas Akhir).....	33
Bab 4 DATA PENELITIAN.....	34
4.1. Uraian Umum.....	34

4.2. Data Penelitian	34
4.3. Rantai Pasok Konstruksi (<i>Batching Plant ke Site</i>).....	35
4.4. Pekerjaan Konstruksi.....	36
Bab 5 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	48
5.1. Pemodelan Dengan <i>Revit Structures</i>	48
5.2. Analisis Data	59
5.2.1 Produktivitas <i>tower crane</i>	59
5.2.2 Produktivitas <i>concrete pump</i>	60
5.3. <i>Scheduling</i>	62
5.4. Analisis Data Emisi CO ₂	65
5.4.1 Emisi pada rantai pasok	66
5.4.2 Emisi pada pekerjaan konstruksi	67
5.5. Analisis <i>Costing</i>	73
5.6. Pembahasan <i>Building Information Modelling (BIM)</i>	75
5.7. Pembahasan <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	79
5.8. Pembahasan <i>Costing</i>	80
Bab 6 KESIMPULAN DAN SARAN	82
6.1. Kesimpulan	82
6.2. Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Pemodelan BIM.....	2
Gambar 1.2.	Nilai Konstruksi yang Diselesaikan di Indonesia	3
Gambar 1.3.	Kerangka Pikir Penelitian.....	8
Gambar 2.1.	Pihak-Pihak yang terkait BIM.....	9
Gambar 2.2.	Pengembangan Pekerjaan Kolom 5D.....	12
Gambar 2.3.	Persentase Penggunaan Material Pada Konstruksi Bangunan Tingkat Tinggi yang Telah Diselesaikan Pada Tahun 2018	15
Gambar 2.4.	Fase Penentuan LCA	16
Gambar 2.5.	Ruang Lingkup <i>Life Cycle Assessment</i>	18
Gambar 2.6.	LCC dari Bangunan.....	19
Gambar 2.7.	LCA dan LCC Pada Pekerjaan Konstruksi	20
Gambar 2.8.	Persentase Gas Rumah Kaca di Bumi	21
Gambar 3.1.	Metode Penelitian	29
Gambar 3.2.	Metode Pengukuran Waktu Siklus <i>Tower Crane</i>	31
Gambar 3.3.	Metode Pengukuran Waktu Siklus <i>Concrete Pump</i>	32
Gambar 4.1.	Rute Perjalanan <i>Truck Mixer</i>	36
Gambar 4.2.	Denah Balok dan Pelat Lantai 4 Proyek Gedung <i>Innovative Program Cluster (IPC) Kampus Universitas Katolik Soegijapranata</i>	38
Gambar 4.3.	Posisi Penempatan Tower Crane Proyek Gedung <i>Innovative Program Cluster (IPC) Kampus Universitas Katolik Soegijapranata</i>	38
Gambar 5.1.	Tampilan Awal Software	48
Gambar 5.2.	Tampilan Lembar Kerja	48
Gambar 5.3.	Elevasi Lantai.....	49
Gambar 5.4.	<i>Setting Link CAD</i>	49
Gambar 5.5.	CAD Denah Kolom.....	49
Gambar 5.6.	<i>Option Grid</i>	50
Gambar 5.7.	<i>Grid</i> Pada Lembar Kerja	50
Gambar 5.8.	Ukuran Kolom	50
Gambar 5.9.	<i>List Kolom</i>	50
Gambar 5.10.	Hasil Penempatan Kolom.....	51
Gambar 5.11.	CAD Denah Balok	51
Gambar 5.12.	<i>Edit</i> Ukuran Balok.....	52
Gambar 5.13.	Hasil Balok dan Kolom	52
Gambar 5.14.	Profil Pelat Lantai.....	52
Gambar 5.15.	Hasil Pelat Lantai	53
Gambar 5.16.	Opsi <i>Shaft</i> pada <i>Revit</i>	53
Gambar 5.17.	Tangga pada <i>Revit</i>	54
Gambar 5.18.	Penampakan 3D Tangga.....	54
Gambar 5.19.	Cara Mengecek <i>Clash Detection</i>	54
Gambar 5.20.	Aplikasi <i>Interfenced check</i>	55
Gambar 5.21.	Balok yang Mengalami <i>Clash</i>	55
Gambar 5.22.	<i>Interference Report</i>	56

Gambar 5.23. Volume Total Kolom Dengan <i>Clash Detection</i>	56
Gambar 5.24. Volume Total Kolom Tanpa <i>Clash Detection</i>	57
Gambar 5.25. Volume Total Balok Dengan <i>Clash Detection</i>	57
Gambar 5.26. Volume Total Balok Tanpa <i>Clash Detection</i>	57
Gambar 5.27. Volume Total Lantai Dengan <i>Clash Detection</i>	58
Gambar 5.28. Volume Total Lantai Tanpa <i>Clash Detection</i>	58
Gambar 5.29. Volume Total Tangga Dengan <i>Clash Detection</i>	58
Gambar 5.30. Volume Total Tangga Tanpa <i>Clash Detection</i>	59
Gambar 5.31. <i>Project Information</i>	62
Gambar 5.32. <i>Task Pekerjaan</i>	63
Gambar 5.33. Membuat <i>Subtask</i>	63
Gambar 5.34. <i>Setting Waktu Kerja</i>	63
Gambar 5.35. <i>Input Waktu</i>	64
Gambar 5.36. <i>Link Project</i>	64
Gambar 5.37. <i>Change Working Time</i>	64
Gambar 5.38. <i>Schedule Dari Pemodelan Menggunakan Clash Detection</i>	65
Gambar 5.39. <i>Schedule Dari Pemodelan Tanpa Clash Detection</i>	65
Gambar 5.40. Pemodelan 3D Dengan <i>Revit Structure</i>	76
Gambar 5.41. Durasi Waktu Pekerjaan.....	78
Gambar 5.42. Perbandingan Emisi CO ₂	79
Gambar 5.43. Perbandingan Estimasi Total Biaya Pekerjaan.....	80



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Model Dimensi dalam BIM	10
Tabel 2.2.	Perbandingan Nilai Karbon Dioksida Ekuivalen (CO ₂ e).....	23
Tabel 4.1.	Data <i>Truck Mixer</i> PT. Pionirbeton Industri	35
Tabel 4.2.	Spesifikasi <i>Concrete Pump</i>	37
Tabel 4.3.	Spesifikasi <i>Tower Crane</i>	37
Tabel 4.4.	Pengecoran Pada 11 September 2020	39
Tabel 4.5.	Pengecoran Pada 12 September 2020	39
Tabel 4.6.	Pengecoran Pada 15 september 2020.....	39
Tabel 4.7.	Pengecoran Pada 15 September 2020	40
Tabel 4.8.	Pengecoran Pada 16 September 2020	40
Tabel 4.9.	Pengecoran Pada 24 September 2020	40
Tabel 4.10.	Data Pengecoran Menggunakan <i>Concrete Pump</i>	41
Tabel 5.1.	Perhitungan Produktivitas Menggunakan <i>Microsoft Excel</i>	60
Tabel 5.2.	Estimasi Waktu Pengecoran Kolom dan Tangga.....	60
Tabel 5.3.	Produktivitas <i>Concrete Pump</i>	61
Tabel 5.4.	Estimasi Waktu Pengecoran Balok dan Pelat Lantai	62
Tabel 5.5.	Hasil Estimasi CO ₂ Pada <i>Truck Ready mix</i>	66
Tabel 5.6.	Kebutuhan <i>Truck Ready Mix</i>	67
Tabel 5.7.	Hasil Estimasi Emisi CO ₂ <i>Tower Crane</i>	69
Tabel 5.8.	Hasil Estimasi Produktivitas CO ₂ Pada <i>Tower Crane</i>	70
Tabel 5.9.	Hasil Estimasi CO ₂ Pada <i>Concrete Pump</i>	71
Tabel 5.10.	Survei Konsumsi Bahan Bakar Solar <i>Truck Mixer</i> PT Jokotole Transport	73
Tabel 5.11.	Volume Beton	76

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
BIM	<i>Building Information Modeling</i>	1
USA	United States of America	1
LCA	<i>Life Cycle Assessment</i>	1
dkk	Dan kawan kawan	1
GRK	Gas Rumah Kaca	3
CO ₂	<i>Carbon dioxide</i>	2
N ₂ O	<i>Nitrous dioxide</i>	2
CFC	Chlorofluorocarbon	2
HFCs	Hydrofluorocarbon	2
SF ₆	Sulfur Heksafluorida	2
CH ₄	<i>Methane</i>	2
BPS	Badan Pusat Statistik	3
LCC	<i>Life Cycle Costing</i>	4
LCCCO ₂	<i>Life Cycle Costing CO₂</i>	5
MEP	<i>Mechanical, Electrical and Plumbing</i>	13
CP	<i>Concrete Pump</i>	18
TC	<i>Tower Crane</i>	18
HP	<i>Horse Power</i>	18
Gal	Galon	18
TRM	<i>Truck Ready Mix</i>	18
GWP	<i>Global Warming Potential</i>	23
BBM	Bahan Bakar Minyak	25
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>	47

Lambang	Nama	Satuan	Pemakaian pertama kali pada halaman
E _T	Emisi CO ₂ total pada pelaksanaan pekerjaan struktur atas beton bertulang untuk konstruksi bangunan tingkat tinggi	kg.CO ₂	17
E _{BP}	Emisi CO ₂ mesin produksi di <i>batching plant</i>	kg.CO ₂	18
E _{RPBM}	Emisi CO ₂ rantai pasok beton <i>ready mix</i>	kg.CO ₂	18
E _{TCP}	Emisi CO ₂ model <i>tower crane</i>	kg.CO ₂	18
E _{TTC}	Emisi CO ₂ model <i>concrete pump</i>	kg.CO ₂	19
M	Faktor penggunaan bahan bakar untuk moda transportasi bermesin diesel	gal/Hp.Hr	19
F _{EBB}	Faktor emisi CO ₂ bahan bakar solar	kg.CO ₂ /gal	19

Lambang	Nama	Satuan	Pemakaian pertama kali pada halaman
P_t	Kapasitas mesin	HP	19
T_t	Waktu tunggu	jam	19
P_k	Kapasitas mesin TRM	HP	19
t_k	Waktu tempuh TRM	jam	19
E_{TCP}	Emisi CO ₂ model CP	kg.CO ₂	20
$E_{TM.1}$	Emisi CO ₂ waktu tunggu TRM	kg.CO ₂	20
$E_{TM.2}$	Emisi CO ₂ waktu manuver TRM	kg.CO ₂	20
$E_{TCP.1}$	Emisi CO ₂ waktu beton dituang ke dalam <i>hopper</i> dan di pompa	kg.CO ₂	20
P_{CP}	Kapasitas mesin CP	HP	19
$t_{CP.1}$	Waktu beton dituang ke dalam <i>hopper</i> dan di pompa	jam	20
k_t	Waktu tunggu mesin <i>diesel</i>		20
E_{TTC}	Emisi CO ₂ model TC	kg.CO ₂	20
$E_{TM.3}$	Emisi CO ₂ dari waktu muat beton ke <i>bucket</i>	kg.CO ₂	19
$E_{TC.1}$	Emisi CO ₂ waktu angkat <i>bucket</i>	kg.CO ₂	19
$E_{TC.2}$	Emisi CO ₂ waktu manuver dalam kondisi <i>bucket</i> terisi	kg.CO ₂	19
$E_{TC.3}$	Emisi CO ₂ waktu pengecoran	kg.CO ₂	19
$E_{TC.4}$	Emisi CO ₂ waktu manuver dalam kondisi <i>bucket</i> kosong	kg.CO ₂	19
$E_{TC.5}$	Emisi CO ₂ dari waktu TC kembali ke posisi pengisian <i>bucket</i>	kg.CO ₂	19
t_m	Waktu manuver TRM	jam	19
t_b	Waktu muat beton ke <i>bucket</i>	jam	20
P_{TC}	Kapasitas mesin TC	HP	20
$t_{TC.1}$	Waktu angkat <i>bucket</i>	jam	20
FE_L	Faktor emisi listrik untuk Jawa Madura Bali	kg.CO ₂ /Kw jam	20
$t_{TC.2}$	Waktu manuver dalam kondisi <i>bucket</i> terisi	jam	20
$t_{TC.3}$	Waktu pengecoran	jam	20
$t_{TC.4}$	Waktu manuver dalam kondisi <i>bucket</i> kosong	jam	21
$t_{TC.5}$	Waktu TC kembali ke posisi pengisian <i>bucket</i>	jam	21

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Formulir Survei untuk <i>Concrete Pump</i>	L-1
Lampiran B Formulir Survei untuk <i>Tower Crane</i>	L-37
Lampiran C Gambar Kerja.....	L-40

